(19)日本国特許庁（ＪＰ）　(12)公開特許公報（Ａ）　(11)特許出願公開番号
特開2001－78966
（P2001－78966A）
(43)公開日　平成13年３月27日(2001.3.27)

(51)Int.Cl.'	識別記号	ＦＩ		テーマコード'（参考）
Ａ６１Ｂ　5/00		Ａ６１Ｂ　5/00	Ｍ	３Ｌ０６０
Ｆ２４Ｆ　11/02		Ｆ２４Ｆ　11/02	Ｓ	

審査請求　未請求　請求項の数７　ＯＬ　（全 9 頁）

(21)出願番号　特願平11－263471

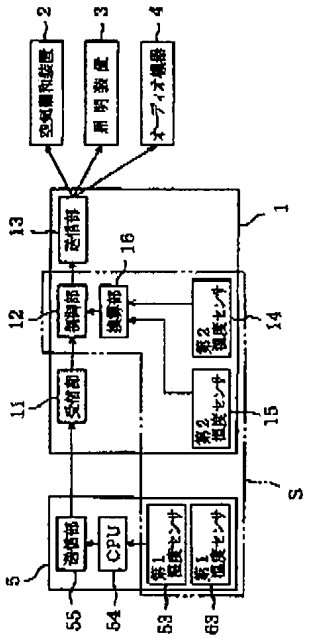
(22)出願日　平成11年９月17日(1999.9.17)

(71)出願人　000002853
ダイキン工業株式会社
大阪府大阪市北区中崎西２丁目４番12号
梅田センタービル
(72)発明者　松浦　哲哉
大阪府堺市金岡町1304番地　ダイキン工業株式会社堺製作所金岡工場内
(74)代理人　100077931
弁理士　前田　弘　（外１名）

Ｆターム(参考)　3L060 AA05 CC02 CC06 CC08 CC19 DD05 EE01

(54)【発明の名称】　発汗検出装置

(57)【要約】
【課題】　居住者の発汗の有無や発汗量をより正確に検出できる発汗検出装置を提供し、空調制御、睡眠サイクル検出及び入眠検出等の精度を高める。
【解決手段】　人体近傍の湿度を第１湿度センサ(53)で検出するとともに、室内の湿度を第２湿度センサ(14)で検出し、両湿度センサ(53,14)の検出結果を比較して、人の発汗状態を判定する。



【特許請求の範囲】
【請求項１】 人の発汗状態を検出する発汗検出装置であって、
人体近傍の湿度を検出する第１湿度センサ(53)と、環境湿度を検出する第２湿度センサ(14)と、両湿度センサ(51,14)の検出結果を比較して人の発汗状態を判定する発汗判定手段(12)とを備えている発汗検出装置。
【請求項２】 両湿度センサ(51,14)は相対湿度センサであり、第１湿度センサ(53)の近傍に配置された第１温度センサ(63)と、第２湿度センサ(14)の近傍に配置された第２温度センサ(15)とを備えている請求項１記載の発汗検出装置。
【請求項３】 発汗判定手段(12)は、第１湿度センサ(53)により検出した人体近傍の相対湿度と第２湿度センサ(14)により検出した室内環境の相対湿度を温度換算して比較し、両相対湿度の差に基づいて発汗状態を判定するように構成されている請求項２記載の発汗検出装置。
【請求項４】 発汗判定手段(12)は、第１湿度センサ(53)により検出した人体近傍の相対湿度と第２湿度センサ(14)により検出した室内環境の相対湿度を絶対湿度に換算して比較し、両絶対湿度値の差に基づいて発汗状態を判定するように構成されている請求項２記載の発汗検出装置。
【請求項５】 請求項１乃至４の何れか１項に記載の発汗検出装置(S)を備えた入眠検出装置であって、
上記発汗検出装置(S)によって検出された発汗量の経時変化に基づいて入眠を判定する入眠判定手段(12)を備えている入眠検出装置。
【請求項６】 請求項１乃至４の何れか１項に記載の発汗検出装置(S)を備えた睡眠状態検出装置であって、
上記発汗検出装置(S)によって検出された発汗量の経時変化に基づいてレム睡眠状態またはノンレム睡眠状態を判別する睡眠状態判別手段(12)を備えている睡眠状態検出装置。
【請求項７】 請求項１乃至４の何れか１項に記載の発汗検出装置(S)を備えた空気調和装置であって、
上記発汗検出装置(S)によって検出された発汗状態に基づいて室内環境の温熱状態を変化させるように運転制御を行う制御手段(12)を備えている空気調和装置。
【発明の詳細な説明】
【０００１】
【発明の属する技術分野】本発明は、発汗検出装置と、該発汗検出装置を利用した入眠検出装置、睡眠状態検出装置及び空気調和装置に関し、特に、発汗検出精度の向上策に係るものである。
【０００２】
【従来の技術】従来より、室内の温湿度環境が居住者にとって快適であるかどうかをその居住者の発汗状態に基づいて判断し、その判断結果に基づいて室内の空調制御を行うシステムが提案されている（例えば、特開平１１－２２３３７４号公報参照）。
【０００３】この公報に記載のシステムでは、居住者の発汗量を検出し、その発汗量に基づいて睡眠中の空調制御を行うようにしている。そして、発汗量を検出するための湿度センサは、寝床に設置したり、就寝する人の体や衣服に装着するようにしている。
【０００４】なお、発汗検出装置は、睡眠中の発汗量の経時変化に基づいてレム睡眠状態とノンレム睡眠状態を判別する睡眠状態検出装置（上記特開平１１－２２３３７４号公報参照）や、同じく発汗量の経時変化に基づいて入眠を検出する入眠検出装置（本願出願人の出願した特願平１０－０９３５０２号を参照のこと）にも利用することが提案されている。
【０００５】
【発明が解決しようとする課題】しかし、このように人体の近傍に設けた湿度センサのみで発汗の有無や発汗量を測定しようとしても、検出精度に問題があった。その理由は以下のとおりである。
【０００６】例えば、人体近傍に設けた湿度センサの検出値が６５ＲＨ％を越えた場合を発汗有りとみなす設定にして、湿度センサ付近の温度（つまり人体近傍の温度）が３２°Ｃであると仮定する。この条件で、仮に室温が２７°Ｃで湿度が８７ＲＨ％である場合、その湿度を人体近傍の３２°Ｃの温度環境に換算すると６５ＲＨ％を越える。従って、部屋が高湿であるだけで、居住者が汗をかいていない状態でも発汗していると判定されることになり、誤判定が生じることになる。逆に室内が乾燥していれば、居住者が若干発汗していても発汗なしと判定されるおそれがある。
【０００７】本発明は、このような問題点に鑑みて創案されたものであり、その目的とするところは、居住者の発汗の有無や発汗量をより正確に検出できる発汗検出装置を提供し、空調制御、睡眠状態検出及び入眠検出等の精度を高めることである。
【０００８】
【課題を解決するための手段】本発明は、湿度センサを居住者の体の近傍だけでなく、室内で居住者から離れた位置にも配置して、体近傍の湿度と室内の湿度とを比較して発汗状態を検出するようにしたものである。
【０００９】具体的に、本発明が講じた解決手段は、人の発汗状態を検出する発汗検出装置において、人体近傍の湿度を検出する第１湿度センサ(53)と、環境湿度を検出する第２湿度センサ(14)と、両湿度センサ(51,14)の検出結果を比較して人の発汗状態を判定する発汗判定手段(12)とを備えた構成としたものである。
【００１０】上記構成においては、両湿度センサ(51,14)を相対湿度センサとし、第１湿度センサ(53)の近傍に第１温度センサ(63)を配置し、第２湿度センサ(14)の近傍に第２温度センサ(15)を配置した構成とすることができる。

【００１１】また、上記構成においては、発汗判定手段(12)を、第１湿度センサ(53)により検出した人体近傍の相対湿度と第２湿度センサ(14)により検出した室内環境の相対湿度を温度換算して比較し、両相対湿度の差に基づいて発汗状態を判定するように構成することができる。また、発汗判定手段(12)は、第１湿度センサ(53)により検出した人体近傍の相対湿度と第２湿度センサ(14)により検出した室内環境の相対湿度を絶対湿度に換算して比較し、両絶対湿度値の差に基づいて発汗状態を判定するように構成してもよい。

【００１２】また、本発明によれば、上記発汗検出装置(S)と、該発汗検出装置(S)によって検出された発汗量の経時変化に基づいて入眠を判定する入眠判定手段(12)とから、入眠検出装置を構成することができる。

【００１３】また、本発明によれば、上記発汗検出装置(S)と、該発汗検出装置(S)によって検出された発汗量の経時変化に基づいてレム睡眠状態またはノンレム睡眠状態を判別する睡眠状態判別手段(12)とから、睡眠状態検出装置を構成することができる。

【００１４】また、本発明によれば、上記発汗検出装置(S)と、該発汗検出装置(S)によって検出された発汗状態に基づいて室内環境の温熱状態を変化させるように運転制御を行う制御手段(12)とから、空気調和装置を構成することができる。

【００１５】－作用－上記解決手段では、第１湿度センサ(53)によって人体近傍の湿度が検出される一方、第２湿度センサ(14)によって室内環境の湿度が検出される。そして、両湿度センサ(51,14)の検出結果が発汗判定手段(12)によって比較され、居住者がどの程度の発汗状態であるかが判定される。なお、両湿度センサ(51,14)により検出した湿度は、相対湿度で比較することも、絶対湿度で比較することも可能である。

【００１６】このように人体近傍の湿度を室内環境の湿度と比較すれば、単に人体近傍の湿度だけを検出する場合とは違って、発汗していないのに室内の湿度が高いために発汗有りと誤判定したり、逆に発汗しているのに室内の湿度が低いために発汗なしと誤判定したりするのを防止できる。

【００１７】

【発明の効果】上記解決手段によれば、人体近傍の湿度と室内環境の湿度とを比較することにより、発汗の有無や発汗量をより高精度に検出できる。従って、この発汗検出装置(S)を空気調和装置に用いれば、居住者の発汗状態に応じてより快適な空調制御を行える。また、この発汗検出装置を用いれば、睡眠状態（レム睡眠状態またはノンレム睡眠状態）の検出や入眠の検出も精度良く行うことができる。

【００１８】

【発明の実施の形態１】以下、本発明の実施形態を図面に基づいて詳細に説明する。

【００１９】－機器構成－

図１は、本実施形態１に係る空気調和装置を設置した室内を示す斜視図であり、(1)はコントローラ、(2)は空気調和装置の室内機、(3)は照明装置、(4)はテレビやラジオ等のオーディオ機器、(5)は人の発汗状態を検出する発汗センサである。本実施形態１では、１台のコントローラ(1)で、室内機(2)、照明装置(3)、及びオーディオ機器(4)を操作できるようになっている。つまり、コントローラ(1)は、室内機(2)のリモートコントローラであると同時に、照明装置(3)やオーディオ機器(4)のリモートコントローラとしても使用することができる。なお、図では、ユーザが発汗センサ(5)を就寝時に装着している状態を示している。

【００２０】発汗センサ(5)は、ユーザの発汗量を検出するためのセンサであり、人体の生理量を検出する生理量センサの一種である。図２に示すように、発汗センサ(5)は、感湿部(51)、ＣＰＵ(54)、送信部(55)及び電源部(57)を備えている。感湿部(51)は、人体近傍の湿度を検出するとともに当該検出湿度を電圧信号に変換してＣＰＵ(54)に送信する部分であり、複数の通気孔(31)が形成された筐体(52)の内部に第１湿度センサ(53)が配設されて構成されている。第１湿度センサ(53)は、例えば、高分子素子や塩化リチウム素子などを検出部として電気抵抗変化により周囲の相対湿度を検出する相対湿度センサで構成することが可能であるが、この検出方式に限定されるものではない。なお、発汗センサ(5)には、湿度に加えて温度を検出する第１温度センサ(63)（図５参照）も内蔵されている。

【００２１】送信部(55)は、感湿部(51)の検出情報をコントローラ(1)に送信する部分であり、検出情報を無線で送信するためのアンテナ(56)を備えている。ＣＰＵ(54)は、感湿部(51)及び送信部(55)を制御する制御部であり、感湿部(51)からの検出情報を適宜補正等して、送信部(55)に送信するものである。電源部(57)は、感湿部(51)、ＣＰＵ(54)及び送信部(55)を駆動するための電力供給部であり、電源としていわゆるボタン型の電池(58)が設けられている。

【００２２】これら感湿部(51)、ＣＰＵ(54)、送信部(55)及び電源部(57)は、それぞれ別体となっており、互いに信号線(59)によって接続されている。これにより、発汗センサ(5)は、全体として容易にたわみやすくなっており、柔軟性が向上している。また、これらセンサ本体(50)、すなわち感湿部(51)、ＣＰＵ(54)、送信部(55)、電源部(57)、及び信号線(59)は、人体への直接接触による不快感を防止するために、柔軟材料としてのシリコンゴム(60)によって覆われている。

【００２３】シリコンゴム(60)の裏面には、柔軟な薄板状の磁石(61)が貼り付けられている。図３及び図４に示すように、発汗センサ(5)を装着する際には、磁石(61)が被服(21)に接触するようにして被服(21)の内部に発汗

センサ(5) を設け、被服(21)の外側から薄板状の磁石(62)を被服(21)内部の磁石(61)の貼り合わせる。つまり、磁石(61)と磁石(62)とによって被服(21)を挟み込む。これにより、発汗センサ(5) は脱落することなく常に人体近傍に位置づけられることになる。なお、正確かつ安定して湿度を検出するために、発汗センサ(5) は胸部に設けることが好ましい。また、磁石(61,62) の一方は磁性材にしてもよい。

【００２４】図５に示すように、コントローラ(1) は、受信部(11)と、制御部(12)と、送信部(13)と、第２湿度センサ(14)と、第２温度センサ(15)と、これらのセンサ(14,15) と制御部(12)との間に介装された換算部(16)とを備えている。そして、このうちの制御部(12)、第２湿度センサ(14)、第２温度センサ(15)、及び換算部(16)と、発汗センサ(5) の第１湿度センサ(53)及び第１温度センサ(63)とから、本発明の発汗検出装置(S) が構成されている。

【００２５】受信部(11)は、発汗センサ(5) からの無線信号を受信し、その信号を制御部(12)に伝達する。第２湿度センサ(14)及び第２温度センサ(15)は、コントローラ(1) の設置された個所において、室内の相対湿度と温度とを測定する。そして、換算部(16)は、制御部(12)との間で信号のやりとりをしながら、第２湿度センサ(14)で検出した室内環境の相対湿度を、発汗センサ(5) を装着している人体の近傍の温度での相対湿度に換算する。

【００２６】上記制御部(12)は、発汗センサ(5) から受信部(11)を介して伝達された信号と、第２湿度センサ(14)から換算部(16)を介して伝達された信号とを比較して人の発汗状態を判定する発汗判定手段であるとともに、その発汗状態に基づいて居住者の入眠を判定する入眠判定手段でもある。また、制御部(12)は、睡眠状態（レム睡眠及びノンレム睡眠）の検出を行う睡眠状態判別手段でもあり、さらに、その発汗状態に応じて空気調和装置(2) 等の運転制御をおこなう制御手段にもなっている。

【００２７】このように制御部(12)が入眠判定手段と睡眠状態判別手段を兼ねていることから、上記発汗検出装置(S) が、本発明でいうところの入眠検出装置であるとともに、睡眠状態検出装置にもなっている。なお、本実施形態では、空気調和装置(2) 、照明装置(3) 、及びオーディオ機器(4) 等からなる機器システムに入眠検出装置と睡眠状態検出装置を組み込んだ構成としているが、入眠検出装置及び睡眠状態検出装置は、これらの機器(2),(3),(4) とは別体の装置としてもよい。

【００２８】上記制御部(12)は、各センサ(14),(15),(53),(63) により検出した居住者の発汗状態に応じた運転制御信号を送信部(13)に伝達するとともに、コントローラ(1) に設けられている不図示の操作ボタン等による操作信号を送信部(13)に伝達するようにも構成されている。

【００２９】送信部(13)は、制御部(12)からの制御信号及び操作信号を受けて各機器(2),(3),(4) に信号を無線で送信する。本実施形態では、赤外線信号によりリモートコントロールが可能な既存の機器をそのまま利用できるように、送信部(13)は、各機器(2),(3),(4) に応じた赤外線信号を送信するように構成されている。なお、操作する機器に応じて、赤外線以外の無線信号を送信するようにしてもよいことは当然である。

【００３０】－発汗状態の検出－発汗状態の検出には、第１湿度センサ(53)で検出した人体近傍の相対湿度と、第２湿度センサ(14)で検出した室内の相対湿度とが用いられる。例えば、コントローラ(1) が設置されている個所において室温が２７° Ｃで相対湿度が８７ＲＨ％であるとすれば、絶対湿度は０．０１９６４Ｋｇ／Ｋｇ（ＤＡ）であり、これは、発汗センサ(5) を装着している人体近傍の温度が３２° Ｃであるとすると、換算すれば６５．２ＲＨ％に相当する。

【００３１】発汗の有無や発汗量は、第２湿度センサ(14)の検出値を温度換算して求めた相対湿度に対して、第１湿度センサ(53)で実測した相対湿度がどの程度上回っているかから判定することができる。例えば、第２湿度センサ(14)の検出値を温度換算して求めた相対湿度値と、人体近傍の相対湿度との差が５％以上になったときに発汗ありと判定するように設定すれば、上記条件では、第１湿度センサ(53)で検出した相対湿度が約７０％以上となったときに発汗していると判定する。

【００３２】また、例えば室温が２７° Ｃで相対湿度が６０％であったとすれば、絶対湿度は約０．０１３５Ｋｇ／Ｋｇ（ＤＡ）で、体表温度３２° Ｃに換算すると約４５ＲＨ％に相当する。従って、この場合は、第１湿度センサでの実測値が約５０ＲＨ％以上になると発汗ありと判定する。

【００３３】なお、以上の説明では、人体近傍の相対湿度と室内の相対湿度とを温度換算して比較し、発汗状態を検出するようにしているが、人体近傍の絶対湿度と室内環境の絶対湿度を比較して発汗状態を判定してもよいことは当然である。

【００３４】また、本実施形態では、室内の湿度を、コントローラを設置する１箇所でのみ検出するようにしているが、複数箇所で検出し、その平均値を利用するようにしてもよい。

【００３５】－入眠の判定－

一般に、人が入眠する際、寝床についてから入眠するまでの期間（入眠潜時）は、人体近傍湿度はほぼ一定で、発汗量に殆ど変化はない。ところが、入眠して睡眠深度が深くなる期間では、人体近傍湿度は急激に上昇する。これは、入眠の際には、深部体温を低下させるように発汗量が増加することに起因する。そして、発汗量がピークに達した後の期間では、発汗量の増減が繰り返される。この発汗量の増減は、後述するレム睡眠とノンレム睡眠とが交互に繰り返されるのに対応しており、レム睡

眠状態では発汗量が減少し、ノンレム睡眠状態では発汗量が増加する。

【００３６】このように、入眠の際には、人間の生理特性から発汗量が著しく増加する。そこで、上述のように第１湿度センサ(53)と第２湿度センサ(14)とから検出した就寝時の発汗量が所定量を超えると、入眠時の著しい発汗増加状態に達したとみなし、就寝者が入眠したと判定する。本実施形態では、発汗量が正確に測定されるので、入眠を高精度に検出できる。

【００３７】－睡眠状態の検出－

睡眠は、大別してノンレム睡眠とレム睡眠とに分類することができる。睡眠時の生理特性としての発汗現象に着目すると、ノンレム睡眠中には相当量の発汗が見られるが、レム睡眠中には発汗量が著しく減少する傾向がある。そこで、本実施形態では、上述したようにして検出した発汗量の経時変化に基づいて睡眠リズムを予測するようにしている。

【００３８】そこで、睡眠時の生理特性と睡眠サイクルとの関係について説明する。

【００３９】図６（ａ）～（ｃ）に、睡眠時の生理特性として、睡眠深度、深部体温及び発汗量の経時変化を示す。

【００４０】図６（ａ）に示すように、睡眠深度は、脳波分析により深度１から４までに分類される。深度１は覚醒状態に近い状態を表し、深度４は深い眠りにある状態を表す。脳波の特徴上、特に深度３と４は徐波睡眠と呼ばれる。これとは別に、覚醒時に近い脳波反応を示しながら実際は睡眠状態にある睡眠を、レム睡眠と呼ぶ。このレム睡眠と区別するため、深度１から４で示される睡眠状態をノンレム睡眠と呼ぶ。通常、ノンレム睡眠とレム睡眠は、規則性をもって周期的に交互に出現する。一周期は約９０分であり、これを睡眠サイクルと呼ぶ。ノンレム睡眠中は、脳は必要最低限しか活動しないが、レム睡眠中は、脳は活発に活動すると言われている。

【００４１】図６（ａ）に示すように、入眠してからしばらくすると、非常に深い睡眠（徐波睡眠）が訪れる。その後、レム睡眠とノンレム睡眠が交互に出現するが、ノンレム睡眠の深度は明け方になるにつれて、浅くなっていく。

【００４２】図６（ｂ）に示すように、睡眠中の深部体温は、入眠時から明け方にかけて低下していき、起床前に上昇傾向に転ずる。このような傾向から、睡眠中は、人体のエネルギー消費量を減らすために、深部体温を低下させることが必要と考えられている。

【００４３】図６（ｃ）は、睡眠中の発汗特性を示す。発汗は基本的にノンレム睡眠時に起こり、レム睡眠時にはほとんど発汗しないと言われている。ただし、レム睡眠中に見る夢の影響により、例外的に発汗が起こる場合はある。上述したように、睡眠中には深部体温を下げる必要があるため、入眠直後には多量の発汗が見られる。その後、起床するまで、ノンレム睡眠時には発汗するが、その量は朝方にかけて減少していく。

【００４４】このように、就寝時の発汗量と睡眠深度との間には、一定の相関関係が見られる。そこで、本実施形態では、第１湿度センサ(53)と第２湿度センサ(14)とから、就寝中の発汗量及びその経時変化を正確に検出して、睡眠サイクルを高精度に推定するようにしている。

【００４５】－快眠条件－

次に、図７を参照しながら、睡眠生理に基づく快眠のための条件を説明する。

【００４６】快眠の条件として、まず、入床から眠りに入るまでの時間（入眠潜時）が短いことが挙げられる。次に、最初の徐波睡眠の深度が十分に深く、時間的にも長いことが必要である。ここで、最初の徐波睡眠を深く長くとるためには、深部体温を十分に低下させることが必要不可欠である。

【００４７】また、快眠のためには、寝始めの時間が最も重要であるが、それだけでなく、その後の睡眠リズムが規則正しく実現されることも重要な条件である。

【００４８】また、起床時の目覚め感に関しては、レム睡眠の終了直後に起きることが望ましい。ノンレム睡眠中に覚醒すると、脳の活動が活発でないため、目覚め感がぼんやりとしたものになるからである。また、レム睡眠中には夢を見ていることが多いため、レム睡眠中での覚醒は寝不足感をもたらす。

【００４９】つまり、快眠条件として、以下の４つが重要である。

【００５０】① 入眠潜時が短いこと、
② 最初の深睡眠が十分に長いこと、
③ 規則正しい睡眠リズムが実現されること、
④ レム睡眠の終了直後に覚醒すること。

【００５１】本実施形態では、入眠検出装置により入眠を正確に判定し、睡眠状態検出装置により睡眠サイクルを正確に検出しているので、これらの条件を満たすような運転制御を行うことにより、快適な睡眠環境を提供することが可能となる。

【００５２】－運転制御例－

本実施形態では、ユーザがコントローラ(1)を使って空気調和装置の目標温度や風量を設定するとともに、照明装置(3)やオーディオ機器(4)の操作もできることに加えて、上述のように発汗状態を正確に検出していることを利用して以下のような運転制御を行うこともできる。

【００５３】＜制御例１＞まず、検出した発汗量を利用して、睡眠中の生理現象に合わせ、「寝冷え」や「中途覚醒」を防いで質の高い睡眠環境を実現することができる。

【００５４】すなわち、入床後、質の高い睡眠で重要となる最初の深い睡眠を得るには、深部体温を速やかに低下させるために、体放熱を促進することが必要である。従って、起きているときの通常の冷房運転状態（ユーザ

ーが覚醒時に好む温度であり、相対的に低い温度による運転状態）を保持していれば、十分に放熱が促進される。

【００５５】しかし、放熱により十分に深部体温が低下した後も同じ温度条件下で睡眠を続けると、放熱過多となり、「寝冷え」や「だるさ」の原因となる。

【００５６】これを環境温度と人間の放熱の関係から説明する。図８は、環境温度に対する人間の放熱現象を示している。通常の至適温度域Ａにおいては、主に血管の収縮により、末梢部の血液量を制御することにより、外界との熱バランスを保っている。一方、この血管の収縮によって調整可能な温度範囲Ａより環境温度が高い領域Ｂでは、発汗が行われ、発汗による蒸発熱で効果的に体から外部への熱移動が行われる。逆に、至適温度範囲Ａよりも環境温度が低い領域Ｃでは、ふるえが起こり、体内に熱が産生される。領域Ａの中の領域Ａ１は、通常冷房運転時に環境温度として設定される領域であり、覚醒時に設定される温度領域である。領域Ａ１では、多少動いてもすぐに汗をかくことはなく、かつ、寒すぎることもない。従って、領域Ａ１は、覚醒時において快適な環境領域である。

【００５７】これに対し、睡眠中は副交感神経活動が優勢になり、心肺活動が低下したり、筋肉が弛緩したりする。また、レム睡眠中には体温調整機能が消失すると言われており、十分な体温調節機能は期待できない。そのため、入床前に設定した設定温度のまま睡眠すると、「寝冷え」を起こすことになる。

【００５８】そこで、図８に示すように、設定温度を常に至適温度中の高温度の領域Ａ２に設定することにより、放熱過多による「寝冷え」を起こすことがなく、また、多量の発汗による「中途覚醒」を起こすこともない快適な状態が実現できる。設定温度を上記領域Ａ２に収めるには、常に発汗状態を監視し、発汗量が多くなりかければ設定温度を下げ、逆に、期待される発汗が起こらない場合には温度を上げるとよい。

【００５９】＜制御例２＞また、本実施形態では、１台のコントローラ(1) で、空気調和装置の室内機(2) に加えて照明装置(3) やオーディオ機器(4) も操作できるようにしていることから、以下のような運転制御を行うこともできる。

【００６０】この運転制御例２における室内機(2) 、照明装置(3) 及びオーディオ機器(4)の動作を経時的に説明する。まず、就寝者の就寝に際し、室内機(2) の運転モードはお休み運転モードに設定される。このお休み運転モードでは、当初、室内機(2) は覚醒時と同様、比較的低温の冷房運転を行う。つまり、深部体温を低下させて快適かつ速やかに入眠を促すような初期温度を設定温度とした冷房運転を行う。一方、照明装置(3) 及びオーディオ機器(4) は、電源がＯＮの状態に維持される。

【００６１】その後、就寝者は発汗し、睡眠深度が徐々に深まる。このとき、発汗センサ(5) の第１湿度センサ(53)が所定の時間間隔で就寝者近傍の湿度検出を行い、その検出情報がコントローラ(1) に送信される。コントローラ(1) では第２湿度センサ(14)によって室内の湿度を検出し、換算部(16)と制御部(12)によって就寝者の発汗量が正確に測定される。

【００６２】この制御例２では、睡眠深度が１以上の状態は覚醒状態であり、睡眠深度が１よりも小さい状態は睡眠状態であると判断する。従って、検出した発汗量から睡眠深度が１に達したと判断すると、コントローラ(1) は就寝者が入眠したと判定する。

【００６３】入眠を判定すると、コントローラ(1) は室内機(2) 、照明装置(3) 及びオーディオ機器(4) に制御信号を送信し、これらの機器(2),(3),(4) はそれぞれ以下のように制御される。

【００６４】すなわち、室内機(1) では、設定温度が初期温度から少しだけ高い寝冷え防止温度に変更される。その結果、寝室内の温度は上昇し、入眠後の寝冷えが確実に防止される。なお、入眠後は、上記運転制御例１において説明したように、就寝者の発汗状態に応じた運転制御を行うとよい。

【００６５】一方、照明装置(3) は電源がＯＦＦにされ、消灯する。なお、消灯する代わりに、照度を低下するように制御を行ってもよいことは勿論である。これにより、快適な睡眠環境が提供される。

【００６６】また、オーディオ機器(4) も電源がＯＦＦにされる。これにより、寝室内は静寂化し、就寝者の睡眠が促進される。従って、快適な睡眠環境が提供される。

【００６７】＜制御例３＞制御例３として、睡眠サイクルに基づいて快適な目覚め感を得るために好適な覚醒時期を推定し、当該覚醒時期になると各機器 (2),(3),(4) の運転モードを変更して就寝者の覚醒を促すようにすることができる。

【００６８】つまり、睡眠サイクルを推定していることを利用すれば、快眠条件の一つである「レム睡眠の終了直後に覚醒すること」を満足するように、各機器 (2),(3),(4)をコントローラ (1)により一括して起動することができる。

【００６９】具体例を挙げると、時刻が快適覚醒時刻（この場合、睡眠サイクルの周期の数は、ユーザが予め適当にセットしておく）の例えば３０分前になると、コントローラ (1)から室内機 (2)に制御信号を送信し、室内機 (2)で通常の冷房運転を開始すれば、覚醒時には室内の温度が所定温度に調節された状態となり、心地よい目覚め感を得ることができる。

【００７０】一方、時刻が快適覚醒時刻になると、コントローラ (1)からオーディオ機器 (4)に制御信号を送信し、当該オーディオ機器 (4)の電源をＯＮにすれば、就寝者の覚醒を促すことができる。

【００７１】－実施形態の効果－
以上説明したように、本実施形態では発汗センサ(5)に設けた第１湿度センサ(53)と、コントローラ(1)に設けた第２湿度センサ(14)とを用いて、人体近傍の湿度と室内の湿度とを比較するようにしているので、ユーザの発汗状態を正確に検出することができる。そして、ユーザの発汗状態を正確に検出できることから、ユーザの入眠や睡眠サイクルを正確に判定することができ、しかもユーザの発汗状態に応じた快適な空調制御を行うことができる。

【００７２】
【発明のその他の実施の形態】本発明は、上記実施形態について、以下のような構成としてもよい。

【００７３】例えば、上記実施形態では、第２湿度センサ(14)の検出値を温度換算した相対湿度よりも、第１湿度センサ(53)で実測した相対湿度が５％以上大きい場合に発汗有りと判定するようにしているが、この値は単なる一例であり、適宜変更することが可能である。

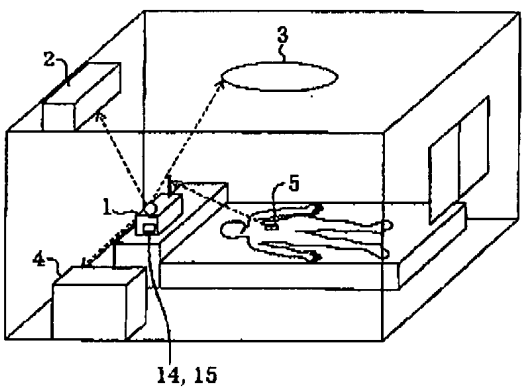
【００７４】また、上記実施形態では主に室内機(2)を睡眠中に運転する状態について説明したが、居住者の発汗状態に応じた運転（入眠の判定や睡眠サイクルの判定を除く）は、ユーザが起きている日中に行ってもよいことは当然である。

【００７５】また、上記コントローラ(1)は空気調和装置の室内機(2)以外の機器もコントロールできるものとして説明したが、室内機専用のリモートコントローラであってもよい。また、コントローラ(1)を室内機(2)に内蔵し、第２湿度センサ(14)及び第２温度センサ(15)を室内に別途設置してもよい。

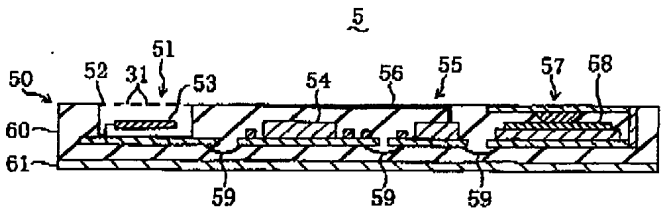
【図面の簡単な説明】
【図１】本発明の実施形態に係る空気調和装置を設置した室内を示す概略斜視図である。
【図２】発汗センサの構成を示す断面図である。
【図３】発汗センサの取り付け方法を示す説明図である。
【図４】ユーザが発汗センサを装着した状態を示す図である。
【図５】図１の室内の機器制御関係を示すブロック図である。
【図６】睡眠中の人間生理特性を示す図であり、（ａ）は睡眠深度の経時変化、（ｂ）は深部体温の経時変化、（ｃ）は発汗量の経時変化を示す。
【図７】睡眠生理に基づいて快眠条件を示す図である。
【図８】環境温度と産放熱の関係及び覚醒時の空調設定温度範囲を示す図である。

【符号の説明】
(1) コントローラ
(2) 室内機
(3) 照明装置
(4) オーディオ機器
(5) 発汗センサ
(11) 受信部
(12) 制御部（発汗判定手段、入眠判定手段、睡眠状態判別手段、制御手段）
(13) 送信部
(14) 第２湿度センサ
(15) 第２温度センサ
(16) 換算部
(50) センサ本体
(51) 感湿部
(52) 筐体
(53) 第１湿度センサ
(54) ＣＰＵ
(55) 送信部
(57) 電源部
(63) 第１温度センサ
(S) 発汗検出装置（入眠検出装置、睡眠状態検出装置）

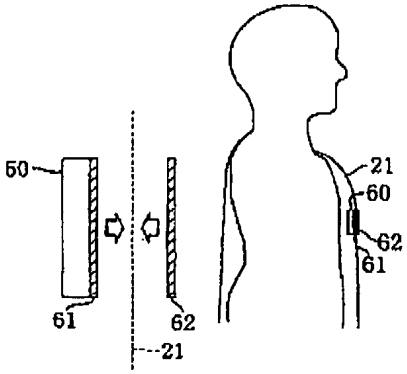
【図１】



【図２】

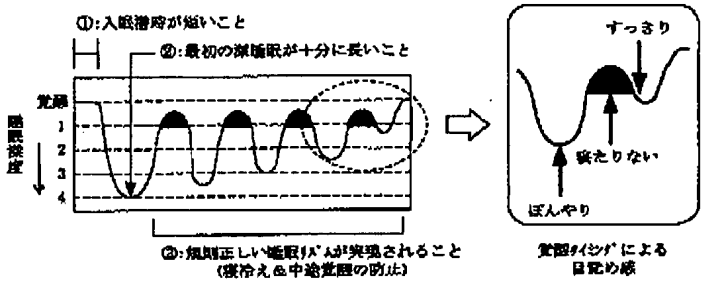


【図３】

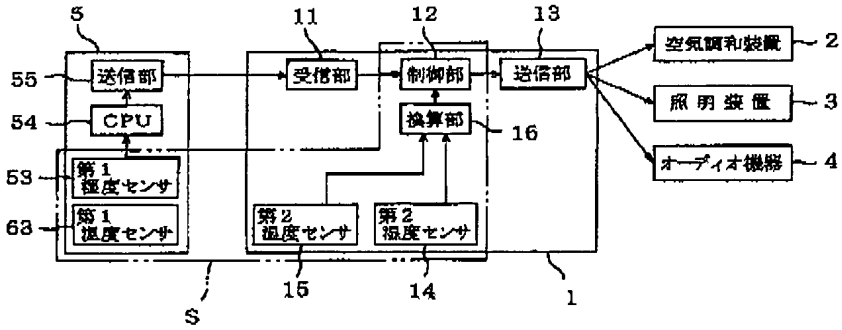

50
61
62
21
21
60
62
61

【図４】

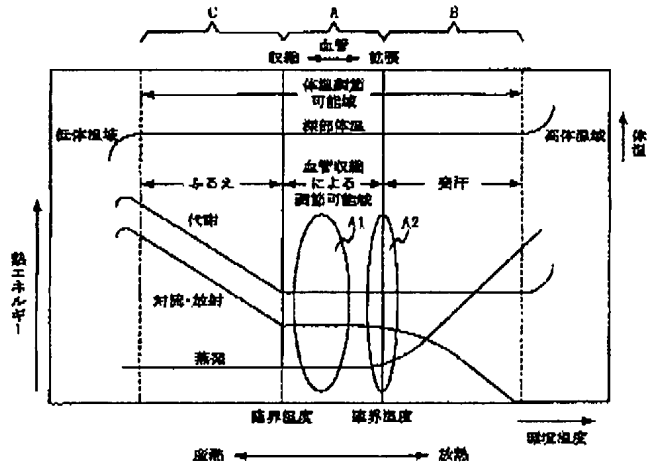
【図７】


①:入眠潜時が短いこと
②:最初の深睡眠が十分に長いこと
覚醒
睡眠深度
1
2
3
4
③:規則正しい睡眠リズムが実現されること
(寝冷え&中途覚醒の防止)
すっきり
寝たりない
ぼんやり
覚醒タイミングによる
目覚め感

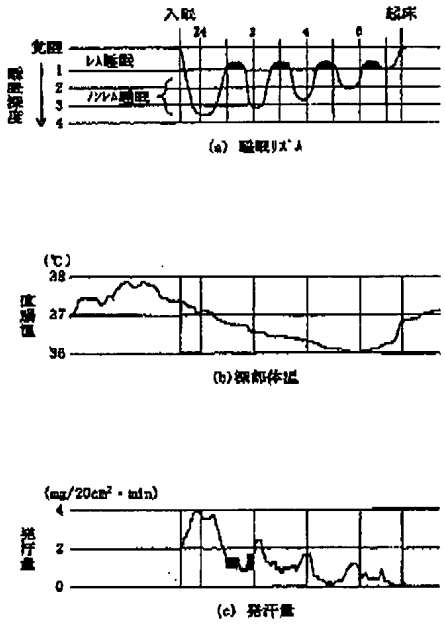
【図５】


5
11
12
13
55
送信部
受信部
制御部
送信部
54
CPU
換算部
16
53
第１
湿度センサ
63
第１
温度センサ
第２
湿度センサ
第２
湿度センサ
15
14
1
S
空気調和装置
2
照明装置
3
オーディオ機器
4

【図８】


C
A
B
血管
収縮
拡張
体温調節
可能域
深部体温
低体温域
高体温域
体温
ふるえ
血管収縮
による
調節可能域
発汗
代謝
A1
A2
対流・放射
蒸発
熱エネルギー
臨界温度
臨界温度
環境温度
産熱
放熱

【図６】


入眠
起床
24
2
4
6
覚醒
レム睡眠
ノンレム睡眠
睡眠深度
1
2
3
4
(a) 睡眠リズム
(℃)
38
37
36
深部温度
(b)深部体温
(mg/20cm² · min)
4
2
0
発汗量
(c) 発汗量

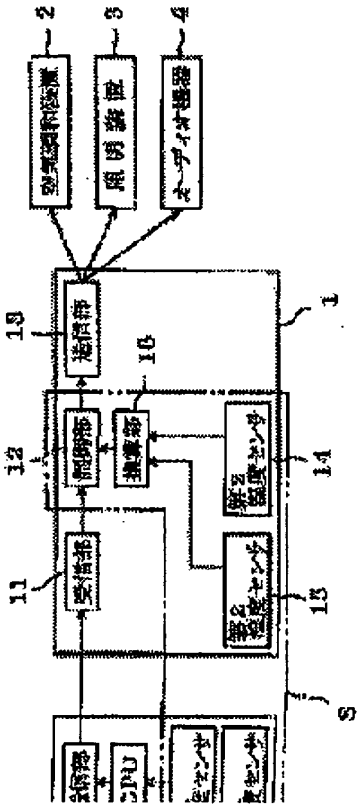
SWEATING DETECTOR

Publication number: JP2001078966
Publication date: 2001-03-27
Inventor: MATSUOKA TETSUYA
Applicant: DAIKIN IND LTD
Classification:
- International: A61B5/00; F24F11/02; A61B5/00; F24F11/02; (IPC1-7): A61B5/00; F24F11/02
- European:
Application number: JP19990262471 19990917
Priority number(s): JP19990262471 19990917

Report a data error here

Abstract of JP2001078966

PROBLEM TO BE SOLVED: To accurately detect the presence/absence of sweating and the sweating quantity of a resident by comparing a first humidity sensor detecting the humidity adjacent to a human body and a second humidity sensor detecting the environment humidity and by judging the sweating state of the person. SOLUTION: While a first humidity sensor 53 detects the humidity adjacent to a human body, a second humidity sensor 14 detects the humidity of an indoor environment. The detection results of the both humidity sensors 53, 14 are compared by a sweating judgment means 12 to judge that a residents is in a sweating state of approximately some deg.C. When the humidity adjacent to the human body is compared with the humidity of the indoor environment, it is different from a case of detecting only the humidity adjacent to the human body so as to be prevented from judged in error that even though a person is not sweating, he/she is judged to be sweating, because the indoor humidity is high, or inversely even though a person is sweating, he/she is judged to be not sweating, because the indoor humidity is low. This constitution can highly accurately detect the presence/absence of the sweating and the sweating quantity so as to control the comfortable air conditioning according to the sweating state of the resident.



12.Apr. 2007 17:07 Nr.3422 s. 13/32